

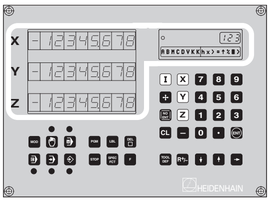
HEIDENHAIN

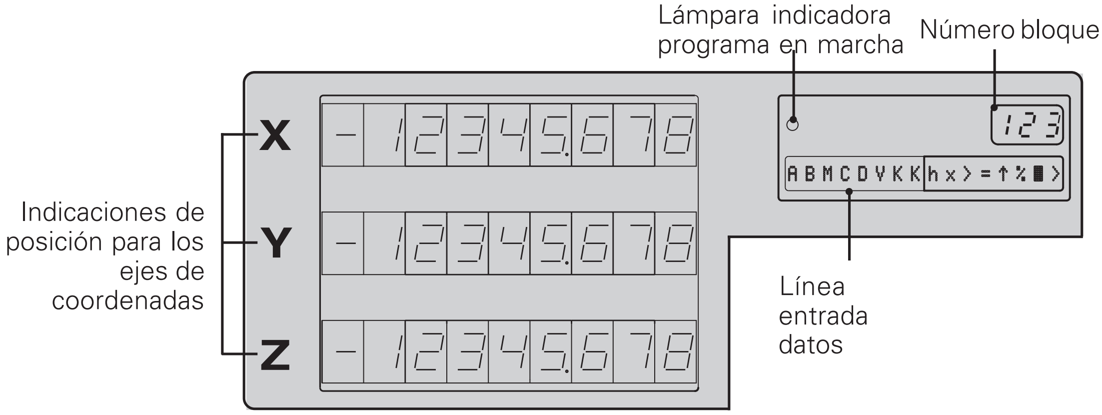
Modo de empleo

TNC 122

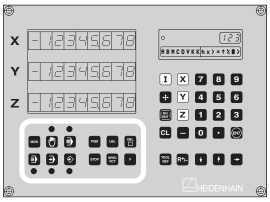
Noviembre 1996

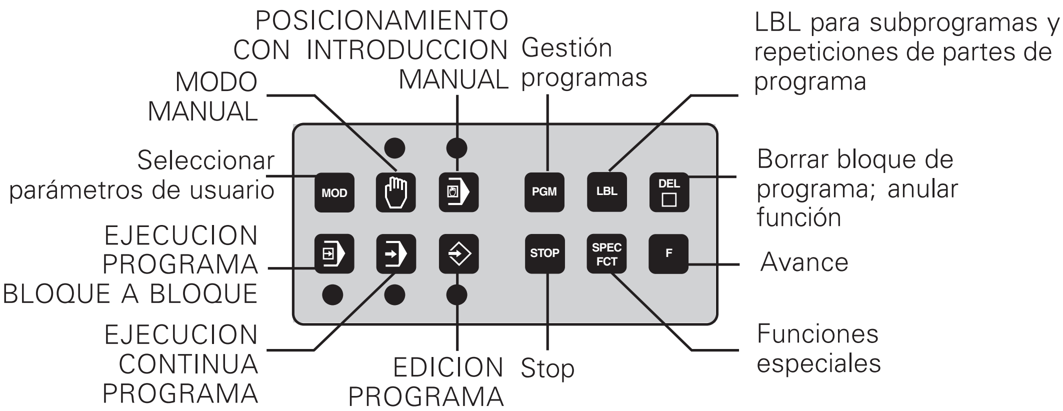
Indicaciones



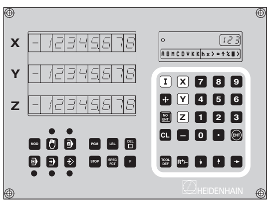


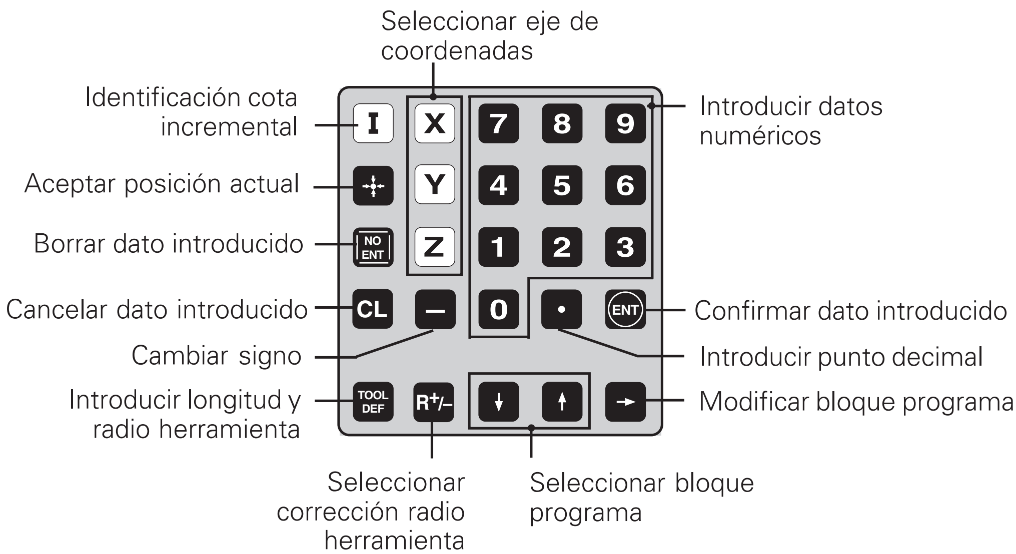
Seleccionar modo funcionamiento; programar





Introducción de datos en todos los modos





Guía de referencia del TNC:
Desde el plano de pieza al mecanizado controlado por programa

Paso	Tarea	Modo func. TNC	A partir página
	Preparación		
1	Seleccionar herramientas	——	——
2	Definir origen de pieza para introducción coordenadas	——	——
3	Determinar velocidades de giro y avances	——	——
4	Conectar TNC y máquina	——	13
5	Recorrer marcas de referencia		13
6	Sujetar pieza	——	——
7	Definir punto de referencia/ definir indicaciones de posición		23
	Introducción y verificación de programa		
8	Introducir programa de mecanizado o cargar a través de interfaz de datos externa		desde 29
9	Prueba: ejecutar el programa de mecanizado sin herramienta bloque a bloque		56
10	Si es preciso: optimizar programa de mecanizado		desde 29
	Mecanizar pieza		
12	Insertar herramienta y ejecutar programa de mecanizado		56

Accesorios para el TNC 122

Unidad de disquetes

La unidad de disquetes FE 401 B de HEIDENHAIN sirve al TNC 122 de memoria externa: pueden sacarse programas a disquetes.

Con la FE 401 puede transmitir al TNC programas creados en un PC.



La unidad de disquetes FE 401 B

Indice

Validez de este manual

Este manual es válido para el TNC 122 a partir de la versión de software

Progr. 246 xxx **03**.

Las tres "x" corresponden a cifras cualesquiera.

> En el manual técnico del TNC 122 encontrará información técnica detallada.

TNC 122

Familia TNC

¿Qué significa realmente "CN"?
El término en español para "NC" (Numerical Control) es "control numérico", es decir, "control con ayuda de números".
Los modernos controles como los TNCs de HEIDENHAIN llevan, para tal fin, un ordenador incorporado.
Por este motivo se denominan "CNC" (NC computerizado).

HEIDENHAIN ha fabricado controles numéricos desde el comienzo para el operario especializado que teclea su programa en el control directamente en la máquina.
Por este motivo los controles de HEIDENHAIN se denominan **TNC** (**T**ipp-**NC = NC para teclear**).

El **TNC 122** es un control de desplazamiento lineal para taladradoras y fresadoras de hasta tres ejes.

Diferencias respecto al TNC 121

El TNC 122 se ha mejorado respecto al TNC 121 en los siguientes aspectos:

- memoria de programas con mayor capacidad
- corrección de herramienta
- avance programable
- interfaz de datos V.24/RS-232-C

Programación

El operario especializado define el mecanizado de una pieza en un programa de mecanizado.
El escribe en el programa de mecanizado todos los datos que el CNC necesita para el mecanizado, p.ej., las coordenadas de las posiciones destino y el avance de mecanizado.

Utilización correcta del manual

Como **principiante en el uso de TNCs**, el manual le sirve de documento de aprendizaje. Al comienzo transmite brevemente algunos fundamentos importantes y presenta una sinopsis de las funciones del TNC 122.
A continuación se explica detalladamente cada función mediante un ejemplo que puede ejecutarse inmediatamente en la máquina. Por consiguiente, no tiene que torturarse innecesariamente con la "teoría".
Como principiante en el uso de TNCs debe seguir consecuentemente todos los ejemplos.

Los **ejemplos** se han redactado intencionadamente breves; por regla general, necesitará menos de 10 minutos para teclear las órdenes y datos del ejemplo.

Como **experto en TNCs** este manual es su manual de referencia y consulta. La clara organización del manual y el índice alfabético facilitan la localización de determinados temas.

Instrucciones de procedimiento

Cada ejemplo de este manual se complementa con instrucciones esquemáticas de procedimiento.
Presentan la siguiente estructura:

El **modo de funcionamiento** aparece sobre la primera instrucción de procedimiento.

Aquí aparecen las **teclas** que debe pulsar.	Aquí se explica la **función de la tecla o** la **operación**. Si es preciso, también se incluye información complementaria.

Petición de introducción de datos	
Aquí aparecen las **teclas** que debe pulsar.	Aquí se explica la **función de la tecla o** la **operación**. Si es preciso, también se incluye información complementaria.

Si a continuación de la última instrucción aparece una flecha, la instrucción de procedimiento continúa en la página siguiente.

La **petición de introducción de datos**, en algunos procedimientos (no siempre), aparece arriba en la pantalla del TNC.

Si dos instrucciones de procedimiento están separadas por una **línea a trazos** y las palabras **"o"**, puede elegir entre ambas operaciones.

En algunas instrucciones de procedimiento, además, a la derecha, aparece la pantalla visualizada después de pulsar la tecla.

Instrucciones de procedimiento resumidas
Las instrucciones de procedimiento resumidas complementan a los ejemplos e indicaciones. En las mismas, una flecha (⇒) identifica un dato nuevo introducido o una operación.

Indicaciones especiales en este manual

La información muy importante aparece separada en los cuadros grises. Tenga muy en cuenta estas instrucciones.
Si no tiene en cuenta estas instrucciones puede ocurrir, por ejemplo, que las funciones no se realicen como usted desea o que resulte dañada la pieza o la herramienta.

Símbolos en las instrucciones

Cada instrucción va identificada a la izquierda por un símbolo que permite conocer el grado de importancia de la instrucción.

Instrucción general,
p.ej., sobre el modo funcionamiento del control

Referencia al **fabricante de la máquina**,
p.ej., que él debe validar la función.

Instrucción importante,
p.ej., que la función requiere una determinada herramienta.

NOTAS

1
Fundamentos sobre coordenadas de posiciones

Sistema de referencia y ejes de coordenadas

Sistema de referencia

Para poder indicar posiciones, por norma, se requiere un sistema de referencia.

Por ejemplo, los lugares de la Tierra pueden indicarse mediante sus coordenadas geográficas (coordenadas: en latín, "las asignadas"; magnitudes para indicación o definición de posiciones) "longitud" y "latitud" de manera "absoluta": la retícula formada por los meridianos y los paralelos representa un "sistema de referencia absoluto", en contraposición a una indicación de posición "relativa", es decir, con referencia a otro lugar conocido.

El meridiano 0° de la figura derecha pasa por el observatorio de Greenwich y el paralelo 0° es conocido como ecuador.

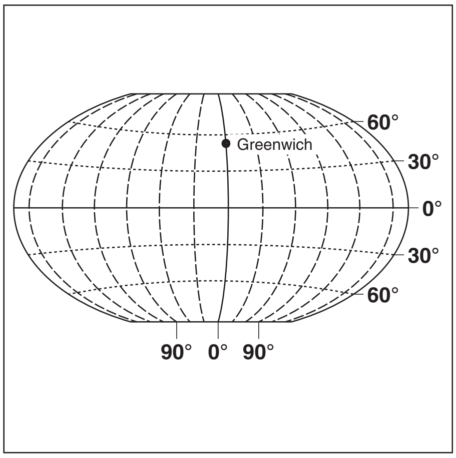


Fig. 1.1: El sistema de coordenadas geográficas es un sistema de referencia absoluta.

Sistema de coordenadas cartesianas

Para el mecanizado de una pieza en una fresadora o taladradora equipada con un control TNC, por regla general, se parte de un sistema de coordenadas cartesianas (= perpendiculares, nombre dado en referencia al matemático y filósofo frances René Descartes, en latín Renatus Cartesius; 1596 hasta 1650) fijo en la pieza, formado por los tres ejes de coordenadas X, Y y Z paralelos a los ejes de la máquina; si imaginamos el dedo corazón de la mano derecha apuntando en la dirección del eje de la herramienta desde la pieza hacia la herramienta, estará apuntando en el sentido positivo del eje Z, el pulgar en el sentido positivo del eje X y el índice en el sentido positivo del eje Y.

X, Y y Z son los ejes principales del sistema de coordenadas cartesianas.

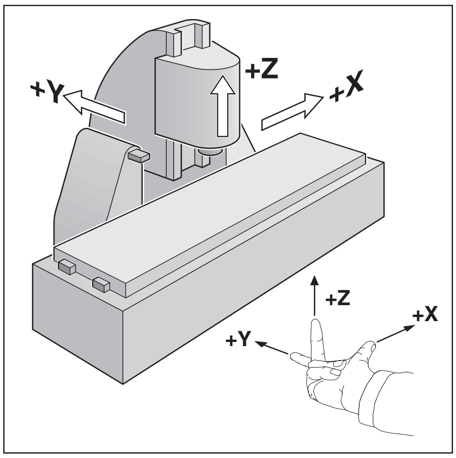


Fig. 1.2: Designación y sentido de los ejes de máquina en una fresadora.

Puntos de referencia y coordenadas de posiciones

Definición de puntos de referencia

El plano de la pieza especifica para el mecanizado un determinado elemento de forma de la pieza (en la mayoría de los casos un vértice de la pieza) como "punto de referencia absoluto" y, en su caso, uno o varios elementos de forma como puntos de referencia relativos. Mediante la definición de puntos de referencia, a estos puntos se les asigna el origen del sistema de coordenadas absolutas o relativas: la pieza se desplaza a una determinada posición relativa respecto a la herramienta, orientada respecto a los ejes de máquina, y se ponen a cero las indicaciones de eje o se fija el correspondiente valor de posición (p.ej., para tener en cuenta el radio de herramienta).

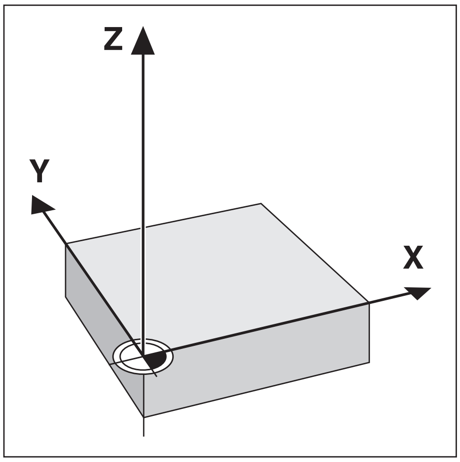


Fig. 1.3: El origen del sistema de coordenadas cartesianas y el origen de pieza coinciden.

Ejemplo: Coordenadas del agujero ① :

X = 10 mm
Y = 5 mm
Z = 0 mm (profundidad taladrado: Z = – 5 mm)

El origen del sistema de coordenadas cartesianas está situado en el eje X a 10 mm y en el eje Y a 5 mm en sentido negativo del agujero ① .

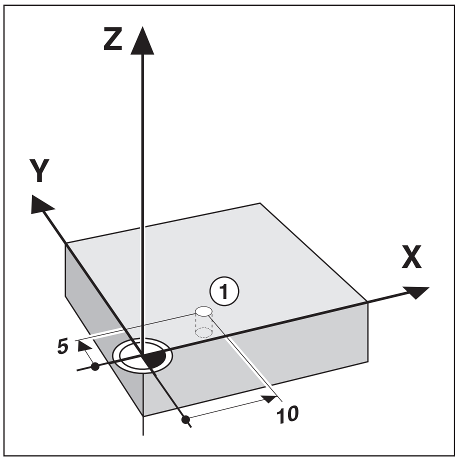


Fig. 1.4: El agujero en la posición ① define el sistema de coordenadas.

Posiciones absolutas de pieza

Cada posición de la pieza está claramente definida por sus coordenadas absolutas.

Ejemplo: Coordenadas absolutas de la posición ① :

X = 20 mm
Y = 10 mm
Z = 15 mm

Si taladra o fresa según un plano de pieza con coordenadas absolutas, desplace la herramienta **a** las coordenadas.

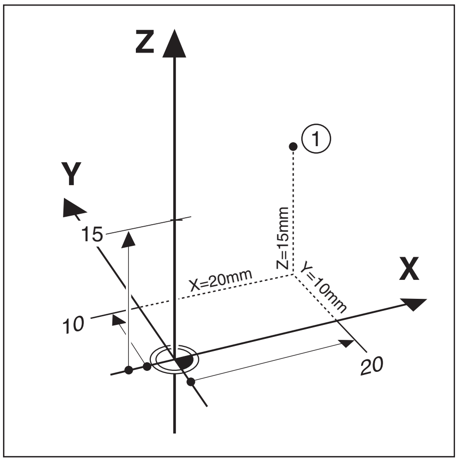


Fig. 1.5: Posición ① del ejemplo "posiciones absolutas de pieza"

Posiciones incrementales de pieza

Una posición puede estar referida también a la posición consigna previa: el origen relativo, en tal caso, se define en la posición consigna previa. Se habla de **coordenadas incrementales** (incremento = aumento), o bien de una cota incremental o cota concatenada (dado que la posición se indica mediante dimensiones concatenadas).
Las coordenadas incrementales se identifican por una **I** .

Ejemplo: Coordenadas incrementales de la posición ③ referidas a la posición ②

Coordenadas absolutas de la posición ② :

X = 10 mm
Y = 5 mm
Z = 20 mm

Coordenadas incrementales de la posición ③ :

IX = 10 mm
IY = 10 mm
IZ = –15 mm

Si desea taladrar o fresar en base a un plano de pieza con coordenadas incrementales, desplace la herramienta a una distancia **igual a** las coordenadas hacia adelante.

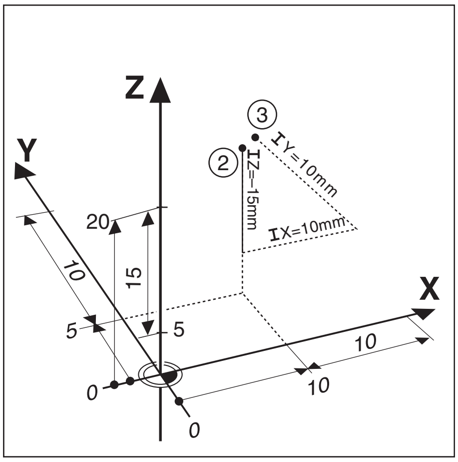


Fig. 1.6: Posiciones ② y ③ del ejemplo "posiciones incrementales de pieza"

Desplazamientos de la máquina y sistemas de medición de desplazamiento

Programación de desplazamiento de herramienta

Según el diseño de la máquina, a lo largo de un eje bien se desplaza la mesa de máquina con la pieza sujeta o bien lo hace la herramienta.

> Si introduce desplazamientos de herramienta en un programa, tenga en cuenta el siguiente **principio básico**: los desplazamientos de herramienta se programan siempre como si la pieza estuviera parada y la herramienta ejecutase todos los desplazamientos.

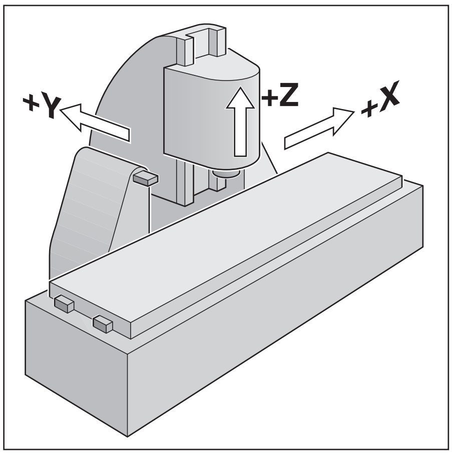


Fig. 1.7: La herramienta se desplaza en los ejes Y y Z y en el eje X lo hace la mesa de máquina

Sistemas de medición de desplazamiento

Los sistemas de medición de desplazamiento convierten los desplazamientos de los ejes de máquina en señales eléctricas. El TNC 122 analiza las señales y calcula constantemente la posición real de los ejes de máquina.

En un corte de corriente, se pierde la correspondencia entre la posición de carro de máquina y la posición actual calculada; el TNC puede restablecer esta correspondencia después de la conexión.

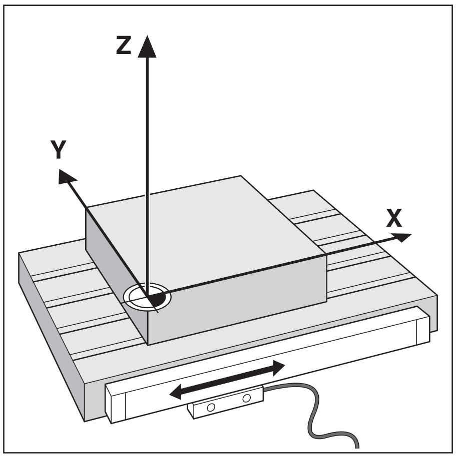


Fig. 1.8: Sistema de medición de desplazamientos para un eje lineal, p.ej., para el eje X

Marcas de referencia

En las escalas de los sistemas de medición de desplazamiento existen una o varias marcas de referencia. Las marcas de referencia, al ser rebasadas, generan una señal que para el TNC identifica una posición de escala como punto de referencia (punto de referencia de escala = punto de referencia fijo en la máquina). Con ayuda de estos puntos de referencia, el TNC puede restablecer la correspondencia entre la posición de carro de máquina y la posición actual indicada.

En sistemas de medición de longitudes con marcas de referencia **codificadas en distancia**, para ello tiene que desplazar los ejes de máquina tan solo un máximo de 20 mm (20° en sistemas de medición de ángulos).

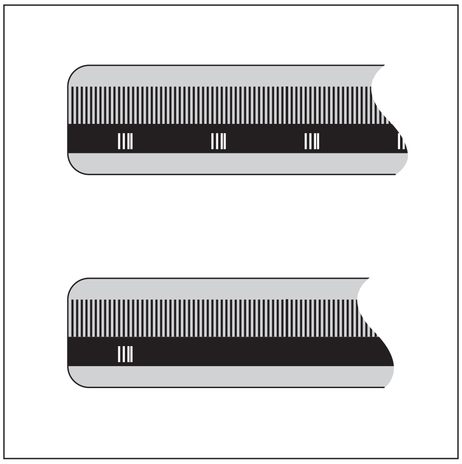


Fig. 1.9: Escalas - arriba con marcas de referencia codificadas en distancia y abajo con una sola marca de referencia

2 Modo de trabajo con el TNC 122 – Primeros pasos

Antes de comenzar

Después de cada conexión, **recorra las marcas de referencia**:
El TNC 122, a partir de las posiciones de las marcas de referencia, determina automáticamente de nuevo las correspondencias entre posición de carro de eje y los valores últimos indicados que usted ha definido antes de la desconexión.
Si define un nuevo punto de referencia, el TNC memoriza automáticamente las nuevas correspondencias establecidas.

Conexión del TNC 122

0 ⇒ 1	Conectar la alimentación eléctrica del TNC y la máquina.
TEST DE MEMORIA	
Por favor, espere.	El TNC ejecuta un autotest de la memoria interna.
INTERRUPCIÓN DE TENSION	
CL	Borrar el mensaje `INTERRUPCION DE TENSION`.
FALTA TENSION MANDO	
I	Conectar la tensión de mando. El TNC verifica automáticam. el funcionamiento del circuito `PARO DE EMERGENCIA`.
MARCHA REF. ENT / NOE	
ENT	Seleccionar procesamiento de marcas de referencia.
PUNTO DE REFERENCIA XYZ	
Pulsar consecutivamente y mantener pulsada: X Y Z	Recorrer los puntos de referencia por cualquier orden: **Pulsar y mantener pulsada** la tecla de dirección hasta que se apague la indicación del eje desplazado. Orden en este ejemplo: eje X, eje Y, eje Z

El TNC 122 ahora está listo para el funcionamiento en el modo MODO MANUAL.

Si no desea efectuar desplazamientos a las marcas de referencia:
⇒ Responda a la pregunta interactiva `MARCHA REF. ENT/NOE` con NO ENT (el fabricante de la máquina debe validar esta opción).

Modos de funcionamiento del TNC 122

Con el modo de funcionamiento elegirá qué funciones del TNC 122 puede utilizar.

Funciones utilizables	Modo funcionam.	Tecla
Desplaz.ejes de máquina; Definición ptos.referencia	MODO MANUAL	
Introducción y ejecución bloque por bloque de los bloques de posicionamiento; introducción y ejecución de gráficos de agujeros; modificación de avance y funciones auxiliares; introducción datos herramienta	POSICIONAMIENTO CON INTRODUCCION MANUAL	
Memorización de operaciones para miniseries en el TNC • introduciendo los datos por teclado • en modo Teach-In; transmitir los programas a través de la interfaz de datos	EDICION DE PROGRAMAS	
Ejecutar bloque a bloque los programas	BLOQUE A BLOQUE	
Ejecución continua de programas	EJECUCION CONTINUA	

En todo momento puede **cambiar** el modo de funcionamiento **pulando la tecla** del modo al que desea cambiar.

Mensajes de error

Si al trabajar con el TNC se produce un error, el TNC indica un mensaje de error en texto no codificado.
En el capítulo 9 se incluye una sinopsis de mensajes de error.

Borrado de mensajes de error:
⇒ Pulse la tecla **CL**.

Mensajes de error intermitentes

¡PRECAUCION!

En el caso de mensajes intermitentes se ve perjudicada la seguridad funcional del TNC.

Si el TNC indica un mensaje de error intermitente:
⇒ Anote el mensaje de error indicado.
⇒ Desconecte la alimentación eléctrica del TNC y la máquina.
⇒ Intente eliminar el error con la alimentación eléctrica desconectada.
⇒ Si no puede eliminar el error o aparecen repetidos mensajes de error intermitentes:
póngase en contacto con el servicio técnico.

Selección de indicación de posición

El TNC puede indicar distintos valores de posición para una posición de herramienta.

La Fig. 2.1 contiene las siguientes posiciones
- posición de salida de la herramienta Ⓐ
- posición final de la herramienta Ⓩ
- origen de pieza Ⓦ
- origen de escala Ⓜ

Las indicaciones de posición del TNC pueden ajustarse a los siguientes valores de indicación:
- posición actual ②
  posición actual de la herramienta respecto al origen de pieza
- error de arrastre ③
  diferencia entre la posición consigna ① y la posición actual ②
- posición actual respecto al origen de escala ④

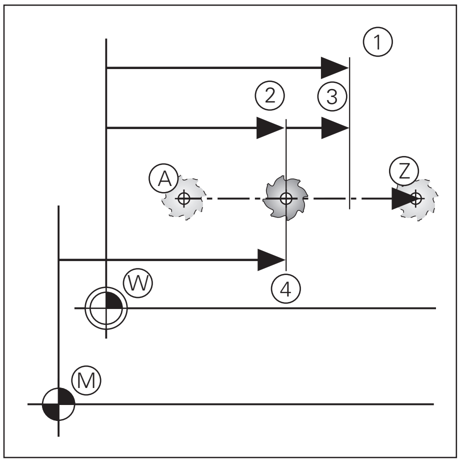


Fig. 2.1: Posiciones de herramienta y pieza

Conmutación de indicación de posición:

⇒ Conmute la indicación de posición con el parámetro de usuario MP 7322 (véase capítulo 8).

NOTAS

3
Modo manual y ajuste

En el TNC 122 tiene dos opciones para desplazar los ejes de la máquina en modo manual:

- teclas de dirección
- posicionamiento con entrada manual (véase capítulo 4)

Modificar avance F

En algunas máquinas, puede variar el avance en continuo con un potenciómetro.

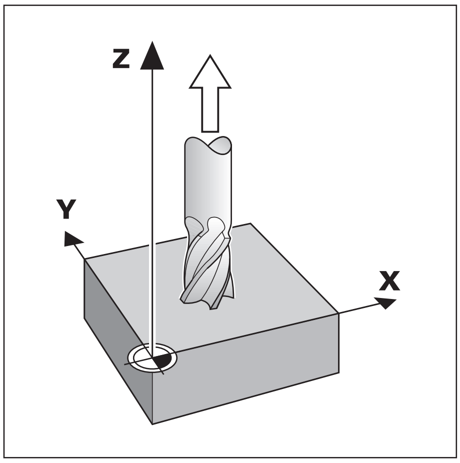
Desplazamiento con teclas de dirección

En el modo de funcionamiento MODO MANUAL, desplace los ejes de máquina accionando los pulsadores de dirección del pupitre de mando de la máquina.

Si desplaza los ejes de máquina con el pulsador de dirección, el TNC detiene automáticamente los ejes tan pronto como Ud. suelte las teclas de dirección.

Desplazamiento continuo de los ejes de máquina
Puede desplazar los ejes de máquina también de manera continua (en función del parámetro de usuario MP7680, véase capítulo 8). El TNC, a continuación, continúa desplazando los ejes incluso después de soltar las teclas de dirección.
Pare los ejes de máquina accionando el pulsador de NC-stop (véase ejemplo 2 en esta misma página).

Ejemplo: Desplazamiento de eje de máquina con tecla de dirección en la dirección Z+ (retirar herramienta)



Ejemplo 1: Desplazamiento de ejes de máquina

Modo de funcionamiento: MODO MANUAL

Pulsar y mantener: Z	Pulse y mantenga pulsada la tecla de dirección, p.ej. Z, mientras desee que el TNC desplace el eje de máquina.

Ejemplo 2: Desplazamiento continuo de ejes de máquina

Modo de funcionamiento: MODO MANUAL

Simultán.: Z I	Poner en marcha el eje: accionar simultáneamente la tecla de dirección, p.ej. Z, y la tecla NC-Start.
0	Detenga el eje parando el CN.

Introducción de longitud y radio de herramienta

Puede introducir la longitud y el radio de una herramienta en el TNC. El TNC tiene en cuenta el radio de herramienta si efectúa el posicionamiento con corrección de radio (véase pág. 21).
Como "longitud de herramienta" introduzca la diferencia de longitudes ΔL entre la herramienta y la herramienta cero.

Signo de diferencia de longitudes ΔL
La herramienta es **más larga** que la herramienta cero: $\Delta L > 0$
La herramienta es **más corta** que la herramienta cero: $\Delta L < 0$

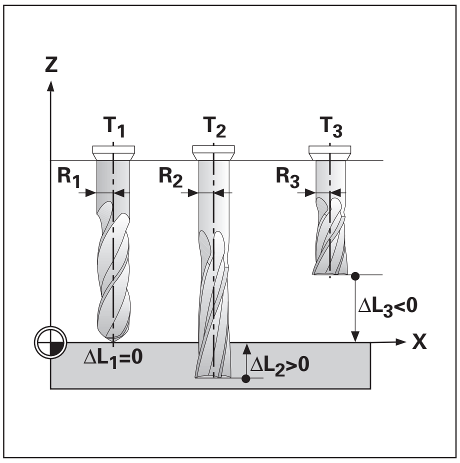


Fig. 3.1: Longitudes y radios de herramienta

Indicación de posición en el eje de herramienta

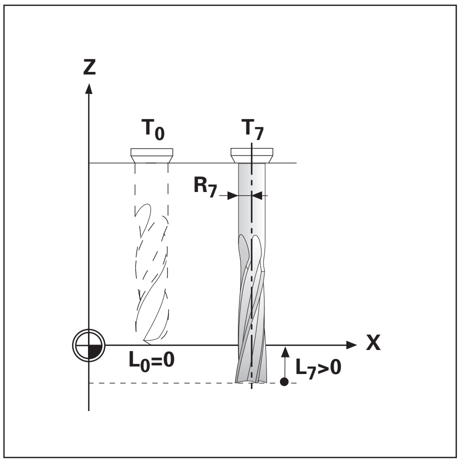
En función del parámetro de usuario MP7285, el TNC muestra en el eje de herramienta bien la posición de la punta de herramienta o la posición del punto de referencia de herramienta.

Comprobación de datos de herramienta

Indicación de datos de herramienta:
⇒ pulse la tecla TOOL DEF.
Indicar la longitud y eje de herramienta:
⇒ pulse la tecla "Flecha hacia abajo".
Deseleccionar la indicación de datos de herramienta:
⇒ pulse la tecla NO ENT.

Ejemplo: Introducción de longitud y radio de herramienta en el TNC

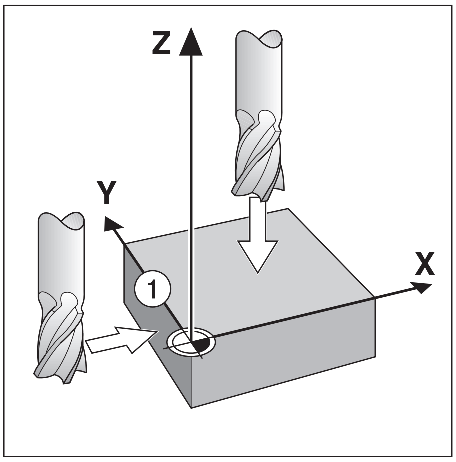
Radio de herramienta:	8	mm
Longitud de herramienta:	12	mm
Eje de herramienta:	Z	



TOOL DEF	Introducción de datos de herramienta en el TNC.
RADIO = ...	
8 ENT	Introducir el `RADIO` de herramienta (8 mm). Confirmar el dato introducido.
LONGITUD = ...	
1 2 ENT	Introducir la `LONGITUD` de herramienta (12 mm). Confirmar el dato introducido.
EJE = .	
Z ENT	Introducir el `EJE` de herramienta (Z). Confirmar el dato introducido.

Definición de punto de referencia: desplazamiento a posiciones e introducción de valores actuales

En la definición de puntos de referencia, haga contacto consecutivamente en cada uno de los bordes de la pieza con la herramienta e introduzca la posición de herramienta como punto de referencia.



Ejemplo: Definición de punto de referencia de pieza en los ejes X e Y

Plano de mecanizado:	X / Y
Eje de herramienta:	Z
Radio de herramienta:	R = 5 mm
Orden en definición en este ejemplo:	X – Z

Preparación

⇒ Introduzca la herramienta.
⇒ Introduzca los datos de herramienta.
⇒ Conecte el husillo, p.ej. con la función auxiliar M 3.

Modo de funcionamiento: MODO MANUAL

	Hacer contacto en el canto ① de la pieza.
X	Seleccionar eje: eje X.
PUNTO DE REFERENCIA X= **X =**	
– 5 ENT	Introducir la posición del centro de herramienta (X = – 5 mm) y transferir la coordenada X del punto de referencia a la indicación.
	Hacer contacto con la superficie de la pieza.
Z	Seleccionar eje: eje Z.
PUNTO DE REFERENCIA Z= **Z =**	
0 ENT	Introducir la posición de la punta de la herramienta (Z = 0 mm) y transferir la coordenada Z del punto de referencia a la indicación.

NOTAS

4
Posicionamiento con introducción manual de datos

En numerosas operaciones de mecanizado no vale la pena memorizar los pasos de mecanizado en un programa de CN, por ejemplo, para operaciones de mecanizado que se realizan una sola vez o en piezas de geometría sencilla.

En el modo de funcionamiento POSICIONAMIENTO CON INTRODUCCIÓN MANUAL DE DATOS, introduzca directamente en el TNC todos los datos que, de otro modo, memorizaría en un programa de mecanizado.

Operaciones sencillas de fresado y taladrado

En el modo de funcionamiento POSICIONAMIENTO CON INTRODUCCIÓN MANUAL DE DATOS, introduzca manualmente los siguientes datos respecto a la posición consigna:

- eje de coordenadas
- valor de coordenadas
- corrección de radio

A continuación, el TNC desplaza la herramienta a la posición deseada.

Gráficos de agujeros

En el modo de funcionamiento POSICIONAMIENTO CON INTRODUCCIÓN MANUAL DE DATOS, puede utilizar también los "ciclos" de TNC (véase capítulo 5):

- círculo de agujeros
- tablas de agujeros

Antes de mecanizar la pieza

⇒ Coloque la herramienta.
⇒ Preposicione la herramienta de modo que no puedan resultar dañadas ni la pieza ni la herramienta al realizar ésta la aproximación.
⇒ Elija un avance adecuado F.
⇒ Elija una velocidad de husillo adecuada S.
⇒ Conecte el husillo, p. ej., con la función auxiliar M3.

Consideración del radio de herramienta

El TNC puede corregir el radio de herramienta (véase Fig. 4.1).

A continuación, puede introducir directamente las cotas del plano: el TNC alarga (R+) o acorta (R–) automáticamente la distancia de desplazamiento en un valor igual al radio de herramienta.

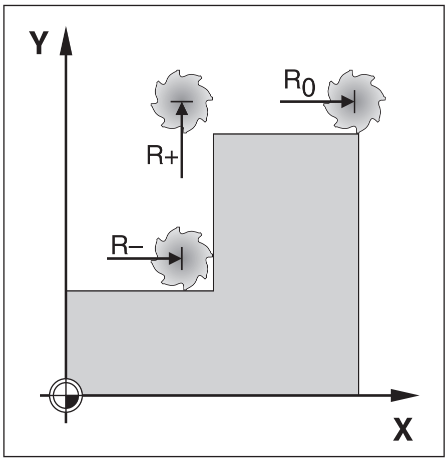


Fig. 4.1: Corrección de radio de herramienta

Introducción de datos de herramienta

⇒ Pulse la tecla TOOL DEF
⇒ Introduzca consecutivamente el radio, la longitud y el eje de herramienta.

Introducción y modificación del avance F

Ejemplo: Introducción del avance F

F	Seleccionar la función avance `F` para el siguiente posicionamiento.
F	
1 0 0	F destella: Introducir el avance `F,` p.ej. 100 mm/min.
ENT	Confirmar el avance `F` para el siguiente posicionamiento.

Modificar el avance F

En algunas máquinas puede variar el avance F en continuo con un potenciómetro.

Introducción de la función auxiliar M

El fabricante de la máquina define qué funciones auxiliares M puede utilizar en el TNC y qué función realizan.

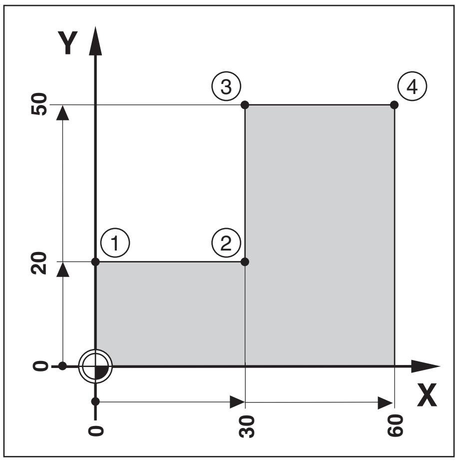
SPEC FCT	Seleccionar funciones especiales SPEC FCT.
repetitivam. ↓	Avanzar hasta `FUNC.AUX.M.`
FUNC. AUX. M	
ENT	Seleccionar `FUNC. AUX. M .`
M 0	
3 ENT	M destella: introducir la función auxiliar `M`, p.ej. M3 (husillo MARCHA, giro horario). Confirmar el dato introducido.
I	Ejecutar la función auxiliar `M`.

Introducción y desplazamiento a posiciones

Para un mecanizado sencillo, en el modo de funcionamiento POSICIONAMIENTO CON INTRODUCCIÓN MANUAL DE DATOS, introduzaca directamente las coordenadas.

Ejemplo: fresar escalón

Las coordenadas se introducen como dimensiones absolutas, siendo el punto de referencia el origen de pieza.



Vértice ① :	X = 0 mm	Y = 20 mm
Vértice ② :	X = 30 mm	Y = 20 mm
Vértice ③ :	X = 30 mm	Y = 50 mm
Vértice ④ :	X = 60 mm	Y = 50 mm

Preparación:

⇒ Introduzca los datos de herramienta.
⇒ Preposicone la herramienta de manera práctica (p.ej. X = Y = – 20 mm).
⇒ Desplace la herramienta a la profundidad de fresado.

Modo de funcionamiento: POSICIONAMIENTO CON INTRODUCCIÓN MANUAL DE DATOS

Y	Seleccionar eje Y.
Y R 0	
2 0 R+/– ENT	Y destella: Introducir el valor consigna de posición para el vértice ① : Y = + 20 mm, seleccionar la corrección radio de herramienta: R + y confirmar el dato introducido.
I	Desplazar la herramienta a la coordenada introducida.
X	Seleccionar el eje X.
X R 0	
3 0 R+/– ENT	X destella: Introducir el valor consigna de posición para el vértice ②: X = + 30 mm, seleccionar la corrección de radio de herramienta: R – y confirmar el dato introducido.
I	Desplazar la herramienta a la coordenada introducida.

Y	Seleccionar el eje Y.
Y	**R 0**
5 0 R+/– ENT	Y destella: Introducir el valor consigna de posición para el vértice ③ : Y = + 50 mm seleccionar corrección de radio de herramienta: R + y confirmar el dato introducido.
I	Desplazar la herramienta a la coordenada introducida.
X	Seleccionar el eje X.
X	**R 0**
6 0 R+/– ENT	X destella: Introducir el valor consigna de posición para el vértice ④: X = + 60 mm, seleccionar la corrección de radio de herramienta: R + y confirmar el dato introducido.
I	Desplazar la herramienta a la coordenada introducida.

Gráficos de agujeros

En el modo de funcionamiento POSICIONAMIENTO CON INTRODUCCIÓN MANUAL DE DATOS puede utilizar las funciones de gráfico de agujeros **CIRCULO DE AGUJEROS** y **TABLAS DE AGUJEROS**.

Elija usted la función de gráfico de agujeros CIRCULO DE AGUJEROS o TABLAS DE AGUJEROS e introduzca algunos datos. Por regla general, puede tomar estos datos del plano de pieza (p.ej., el número de agujeros y las coordenadas del primer agujero).

El TNC calcula las posiciones de todos los agujeros pertenecientes al gráfico de agujeros.

Preposicionamiento de la broca

En el eje Z, preposicione la broca sobre la superficie de pieza.
En el eje X y en el eje Y (plano de mecanizado), el TNC posiciona la broca sobre cada posición de taladrado.

Distintas profundidades de taladrado en el gráfico de agujeros

Si desea taladrar manualmente los agujeros dentro del gráfico de taladrado con una pinola:

⇒ responda NO ENT a la pregunta interactiva `PROFUNDIDAD`

Datos a introducir para un círculo de agujeros

- Círculo completo o segmento circular
- Número de agujeros
- Coordenadas de centro y radio de círculo
- Angulo inicial: posición angular de primer agujero
- Sólo en segmento circular: incremento angular entre agujeros
- Valor de profundidad de taladrado

Datos a introducir para tabla de agujeros

- Coordenadas del primer agujero
- Número de agujeros por tabla
- Separación entre agujeros de tabla
- Angulo entre primera tabla de agujeros y eje de referencia de ángulos
- Número de tablas de agujeros
- Separación entre tablas de agujeros
- Valor de profundidad de taladrado

Ejecución del gráfico de agujeros

Después de haber introducido todos los datos:

⇒ Pulse repetidas veces la tecla NC-Start.

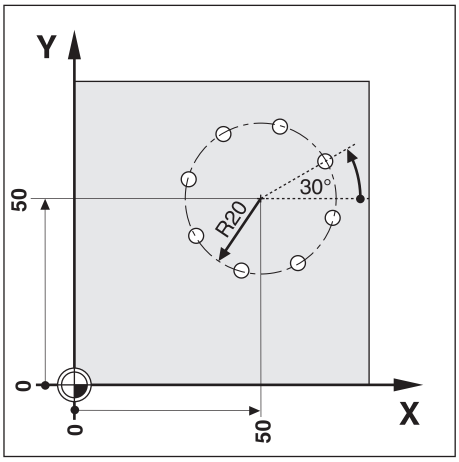
El TNC desplaza consecutivamente los ejes del plano de mecanizado y el eje de herramienta. Después del taladrado, la herramienta vuelve a la altura inicial.

Saltar agujeros

Si desea saltar agujeros o taladrar por otro orden que el calculado por el TNC:

⇒ Elija el agujero con las teclas "flecha hacia arriba" y "flecha hacia abajo“.

Ejemplo: Introducción y ejecución de círculo de agujeros



Número de agujeros:	8	
Coordenadas de centro:	X = 50	mm
	Y = 50	mm
Radio de círculo de agujeros:	20	mm
Angulo inicial: ángulo entre eje X y primer agujero	30°	
Valor de profundidad de taladrado	8	mm

Modo de funcionamiento: POSICIONAMIENTO CON INTRODUCCIÓN MANUAL DE DATOS

SPEC FCT	Seleccionar funciones especiales SPEC FCT.
repetitivam. ↓	Avanzar a la función CIRCULO DE AGUJEROS.

C I R C U L O D E A G U J E R O S

ENT	Seleccionar la función CIRCULO DE AGUJEROS.
repetitivam. ↓	Avanzar a la función CIRCULO COMPLETO.

C I R C U L O C O M P L E T O

ENT	Seleccionar CIRCULO COMPLETO.

N U M. B =

8 ↓	Indicar el número de agujeros NUM (8). Confirmar el dato introducido y continuar el diálogo interactivo.

C E N T X =

5 0 ↓	Introducir la coordenada X de centro de círculo de agujeros (X = 50 mm). Confirmar el dato introducido y continuar el diálogo interactivo.

C E N T Y =

5 0 ↓	Introducir la coordenada Y de centro de círculo de agujeros (Y = 50 mm). Confirmar el dato introducido y continuar el diálogo interactivo.

R A D I O =

2 0 ↓	Introducir el RADIO del círculo de agujeros (20 mm). Confirmar el dato introducido y continuar el diálogo interactivo

A N G U L O =

3 0 ↓	Introducir el ángulo inicial ANGULO del eje X respecto al primer agujero (30°). Confirmar el dato introducido y continuar el diálogo interactivo.

P R O F U N D I D A D =	
8 ↓	Introducir el valor de la profundidad de taladrado PROFUNDIDAD (8 mm). Confirmar el dato introducido y continuar el diálogo interactivo.

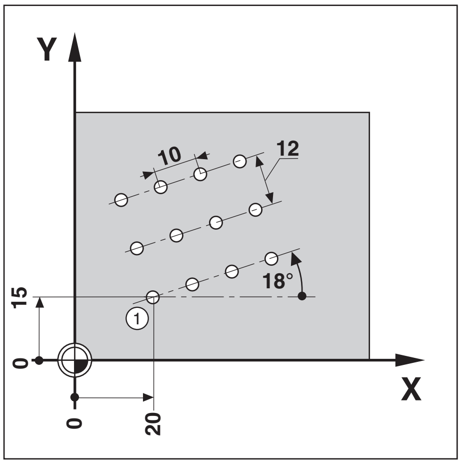
¿ A R R A N C A R C I R C U L O D E A G U J E R O S ?	
ENT	Arrancar el círculo de agujeros.

C I C L O C I R C U L O C O M P L E T O	
I	Arrancar el ciclo CIRCULO COMPLETO.

C A A G U J E R O 1 ...	
repetitivam. I	Para cada agujero, desplazar y taladrar por separado en el plano de mecanizado hasta que estén taladrados todos los agujeros del círculo completo.

Ejemplo: Introducir y ejecutar tabla de agujeros

Coordenada X del agujero ① :	X = 20 mm
Coordenada Y del agujero ① :	Y = 15 mm
Número de agujeros por fila:	4
Separación entre columnas:	10 mm
Angulo entre filas de agujeros y eje X:	18°
Número de filas:	3
Separación entre filas:	12 mm
Valor profundidad de taladrado:	8 mm



Modo de funcionamiento: POSICIONAMIENTO CON INTRODUCCIÓN MANUAL DE DATOS

SPEC FCT	Seleccionar funciones especiales SPEC FCT.

repetitivam. ↓	Avanzar a la función TABLA DE AGUJEROS.

T A B L A D E A G U J E R O S	
ENT	Seleccionar la función TABLA DE AGUJEROS.

1 er. A X =	
2 0 ↓	Introducir la coordenada X del agujero ① (X = 20 mm). Confirmar el dato introducido y continuar el diálogo interactivo.

1 er. A Y =	
1 5 ↓	Introducir la coordenada Y del agujero ① (Y = 15 mm). Confirmar el dato introducido y continuar el diálogo interactivo.
N U M A =	
4 ↓	Introducir el número de agujeros por fila `NUM A` (4). Confirmar el dato introducido y continuar el diálogo interactivo.
S E P A. A =	
1 0 ↓	Introducir la separación entre agujeros de la fila `SEPA. A` (10 mm). Confirmar el dato introducido y continuar el diálogo interactivo.
A N G U L O =	
1 8 ↓	Introducir el `ANGULO` entre el eje X y las filas de agujeros (18°). Confirmar el dato introducido y continuar el diálogo interactivo.
P R O F U N D I D A D =	
8 ↓	Introducir el valor de la profundidad de taladrado `PROFUNDIDAD` (8 mm). Confirmar el dato introducido y continuar el diálogo interactivo.
N U M H =	
3 ↓	Introducir el número de filas `NUM H` (3). Confirmar el dato introducido y continuar el diálogo interactivo.
S E P A H =	
1 2 ↓	Introducir la separación entre filas de agujeros `SEPA H` (12 mm). Confirmar el dato introducido y continuar el diálogo interactivo.
¿ A R R A N C A R T A B L A A G U J E R O S ?	
ENT	Arrancar tabla agujeros.
C I C L O T A B L A A G U J E R O S	
I	Arrancar el ciclo `TABLA AGUJEROS`.
T A A G U J E R O 1 ...	
repetitivam. I	Para cada agujero por separado, desplazarse y taladrar en el plano de mecanizado hasta haber taladrado todos los agujeros de la tabla de agujeros.

5
Edición de programas

En el modo de funcionamiento EDICION DE PROGRAMAS, memorice los pasos de trabajo en el TNC, por ejemplo, para fabricar pequeñas series.

Programas en el TNC

El TNC memoriza los pasos de trabajo para un proceso de mecanizado en programas de mecanizado. Puede modificar, ampliar o ejecutar un número cualquiera de veces estos programas.

Los programas puede memorizarse con la unidad de disquetes FE 401 de HEIDENHAIN y, si es preciso, cargarse de nuevo en el TNC.
Posteriormente, no tiene por qué teclear de nuevo el programa.
Los programas pueden transferirse también a un ordenador personal (PC) o a una impresora.

Capacidad de memoria de programas
El TNC 122 memoriza simultáneamente hasta 20 programas con un total de 500 bloques NC.
Un programa puede tener un máximo de 500 bloques NC.

Funciones programables

- Interrupción de programa STOP
- Avance F
- Función auxiliar M
- Valores consigna de posición
- Teach-In: aceptar posición actual
- Círculos de agujeros y tabla de agujeros
- Repeteciones de partes de programa:
  Una parte de programa se programa una sola vez y se ejecuta una tras otra directamente hasta 999 veces.
- Subprogramas:
  Una parte de programa se programa una sola vez y se ejecuta un número cualquiera de veces en distintas posiciones del programa.

Desplazamiento de herramienta y de pieza

En un proceso de mecanizado en una fresadora o taladradora, bien se desplaza la herramienta o lo hace la mesa de máquina junto con la pieza amarrada a ésta.

> Si introduce desplazamientos de herramienta en un programa, tenga en cuenta el siguiente **principio básico**: Los desplazamientos de herramienta se programan siempre como si la pieza estuviera en reposo y la herramienta ejecutase todos los desplazamientos.

Preposicionamiento de herramienta

Preposicione la herramienta al comienzo del mecanizado de modo que al efectuar la aproximación no resulte dañada ni la pieza ni la herramienta.
La posición óptima está en la prolongación de la trayectoria de herramienta.

¿Qué se ha de hacer con el programa terminado?

En el capítulo 7 se explica el modo de funcionamiento EJECUCION DE PROGRAMA en el cual se ejecuta un programa para mecanizado de una pieza.

Introducción del número de programas

Debe seleccionar un programa e identificarlo con un número comprendido entre 1 y 20.

Modo de funcionamiento: EDICION DE PROGRAMA

PGM	Seleccionar gestión de programas.
ENT	Cambiar a la función `EDICION PGM`.

E D I C I O N P G M

ENT	Seleccionar la función `EDICION PGM`.

NUM. P R O G R A M A =

7 ENT	El signo igual destella: introducir `NUM. PROGRAMA`, p.ej. Nº 7. Confirmar el dato introducido. Ahora puede introducirse y modificarse el programa.

El TNC muestra ahora el bloque `BEGIN` del programa seleccionado.

Borrado de programa

Si ya no necesita un programa o es insuficiente la memoria del TNC, puede **borrar programas.**

Modo de funcionamiento: EDICION DE PROGRAMAS

PGM	Seleccionar gestión de programas.
↓	Cambiar a la función `BORRAR PGM`.

B O R R A R P G M

ENT	Seleccionar la función `BORRAR PGM`.

N U M. P R O G R A M A =

5 ENT	El símbolo igual destella: introducir `NUM. PROGRAMA`, p.ej. Nº 5 y borrar `PROGRAMA 5`.

Después de borrarlo, el TNC muestra el bloque `BEGIN` del programa borrado.
Después del borrado, el bloque `BEGIN` y `END` de los programas se conservan en la memoria del TNC. El contenido del programa se borra.

Borrar todos los programas

⇒ Con la tecla "flecha hacia abajo" elija la función `BORRAR TODOS PGM` en lugar de la función `BORRAR PGM`.
⇒ Borre todos los programas con la tecla ENT.

Selección de bloques de programa

Bloque actual

El TNC muestra el bloque actual en la línea de introducción de datos situada encima del teclado numérico. A la derecha, encima del bloque, aparece el correspondiente número de bloque.
El TNC inserta los nuevos bloques a continuación del bloque actual.
Si el TNC muestra el bloque `END PGM` no puede introducirse ningún nuevo bloque.

Sinopsis de funciones

Función	Tecla
Seleccionar bloque siguiente	↓
Seleccionar bloque inmediato anterior	↑

Seleccionar directamente el bloque de programa

Si desea editar un programa de gran tamaño, no tiene por qué seleccionar cada bloque con las teclas de flecha.

⇒ Introduzca el número de bloque.
⇒ Confirme el dato introducido con la tecla ENT.
El TNC muestra el bloque con el número introducido.

Modificación de bloques de programa

Puede modificar posteriormente los datos de un programa, por ejemplo, para corregir errores de tecleado.

Valor numérico introducido incorrecto

Puede anular inmediatamente cualquier dato introducido incorrectamente por descuido:

⇒ Pulse la tecla CL.

Aceptar modificación

¡**Debe** confirmar con ENT una modificación ya que, de lo contrario, no se activa!

Ejemplo: Modificación de bloque de programa

Modo de funcionamiento: EDICION DE PROGRAMA

↑ / ↓	Seleccionar bloque de programa para modificación.
→	Entrar en el bloque para modificación. La indicación (p.ej., la designación de eje) destella.
2 0	Introducir la modificación, p.ej., un nuevo valor consigna de posición (20).
ENT	Confirmar la modificación.

Borrado de bloques de programa

Puede borrar de nuevo los bloques de un programa:

⇒ Elija el bloque con las teclas de flecha o introduzca el número de bloque.

⇒ Pulse la tecla DEL ☐ .

Después del borrado, el TNC reordena automáticamente de nuevo los números de bloque y muestra como bloque actual el bloque de programa **anterior al bloque borrado**.

Los bloques `BEGIN` y `END` están protegidos contra borrado.

Usted puede **borrar** sin problemas también una **parte de programa de gran tamaño interrelacionada**:

⇒ Elija el último bloque de la parte de programa.

⇒ Pulse la tecla DEL ☐ hasta que se hayan borrado todos los bloques de la parte de programa.

Avance F y función auxiliar M

El avance F y la función auxiliar M aparecen en bloques independientes de programa y se activan tan pronto como el TNC haya ejecutado el bloque en que se encuentran.
Estos bloques de programa deben aparecer dentro del programa **antes** de los bloques de posicionamiento para los que se desea que sean válidos.

Introducir avance F

El avance de mecanizado actúa de forma "modal".
Es decir, el avance introducido permanece válido hasta que usted introduce un nuevo avance.

Ejemplo de introducción de datos

Modo de funcionamiento: EDICION DE PROGRAMAS

F	Introducir el avance F para el siguiente posicionamiento. El TNC indica una F destellante.
AVANCE F	
1 0 0	Introduzca el avance F, p.ej. 100 mm/min.
ENT	Confirmar el avance F para el siguiente posicionamiento.

Modificar avance

En algunas máquinas, puede regular en continuo el avance con un potenciómetro.

Introducir el avance rápido

F ENT	¡Seleccionar bloque de posicionamiento! Pulsar simultáneamente las teclas F y ENT. R (rapid) se inserta al comienzo del bloque y equivale a avance rápido.

Introducción de la función auxiliar M

> El fabricante de la máquina define qué funciones auxiliares M puede utilizar en el TNC y qué operación realizan.

Ejemplo: Introducción de función auxiliar

Modo de funcionamiento: EDICION DE PROGRAMA

SPEC FCT	Seleccionar funciones especiales SPEC FCT.
repetitivam. ↓	Avanzar hasta FUNC.AUX.M.
FUNC. AUX. M	
ENT	Seleccionar FUNC.AUX.M .
M	
3	Introducir función auxiliar M, p.ej. M3 (husillo MARCHA, giro horario).
ENT	Confirmar el dato introducido de la Función auxiliar M.

Introducción de interrupción de programa

Puede subdividir un programa en secciones mediante bloques STOP:
El TNC, a continuación, no ejecuta el siguiente bloque de programa hasta que usted no haya rearrancado previamente la ejecución de programa.

Modo de funcionamiento: EDICION DE PROGRAMA

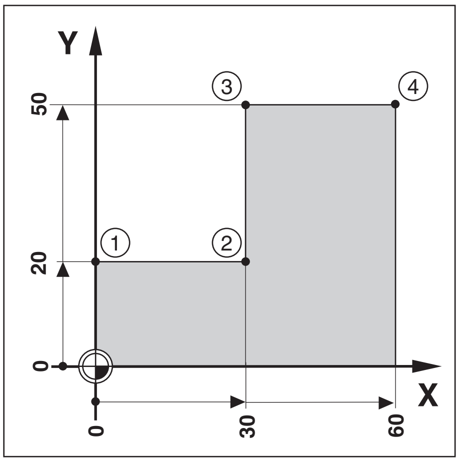
STOP	Introducir el bloque STOP en el programa.

Rearranque de ejecución de programa después de una interrupción

⇒ Pulse la tecla NC-Start.

Introducción de posiciones de pieza

Ejemplo de programa: fresado de escalón



Las coordenadas se programan en dimensiones absolutas, el punto de referencia es el origen de pieza.

Vértice ① : X = 0 mm Y = 20 mm
Vértice ② : X = 30 mm Y = 20 mm
Vértice ③ : X = 30 mm Y = 50 mm
Vértice ④ : X = 60 mm Y = 50 mm

Resumen de todos los pasos de programación

⇒ Pulse la tecla PGM.
⇒ Introduzca el número de programa que desea editar y pulse la tecla ENT.
⇒ Introduzca las posiciones consigna.

Ejecución de un programa acabado
Para ejecutar un programa acabado debe hacerlo en el modo EJECUCION DE PROGRAMA (véase capítulo 10).

Ejemplo de introducción de datos: Introducir una posición consigna en un programa (bloque 9 en el ejemplo)

X	Seleccionar eje de coordenadas (eje X).
X	**R 0**
3 0 R+/–	Introducir valor consigna de posición, p.ej. 30 mm y seleccionar corrección de radio de herramienta: R – .
ENT	Confirmar el dato introducido. La posición consigna introducida aparece ahora como bloque actual en la indicación de bloque de programa.

Bloques de programa

0	BEGIN PGM 10		Comienzo de programa y número de programa
1	F 9999		Avance rápido para preposicionamiento
2	Z+20.000		Altura segura
3	X–20.000	R0	Preposicionamiento de herramienta en eje X
4	Y–20.000	R0	Preposicionamiento de herramienta en eje Y
5	Z–10.000		Desplazamiento de herramienta a profundidad de fresado
6	F 200		Avance en mecanizado
7	M 3		Husillo MARCHA, giro horario
8	Y+20.000	R+	Coordenada Y Vértice ①
9	**X+30.000**	**R–**	Coordenada X Vértice ②
10	Y+50.000	R+	Coordenada Y Vértice ③
11	X+60.000	R+	Coordenada X Vértice ④
12	F 9999		Avance rápido para retirada
13	Z+20.000		Altura segura
14	M 2		PARADA de ejecución de programa, husillo PARO, refrigerante CERRADO
15	END PGM 10		Fin de programa y número de programa

Aceptación de posiciones: Teach-In

En la programación en modo teach-in puede efectuar un desplazamiento a una posición actual y transferir el valor actual al programa.

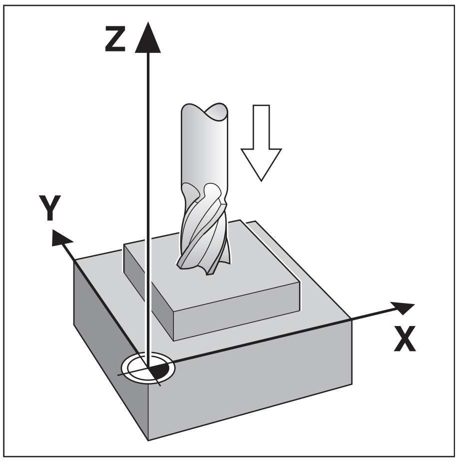
Modificar posiciones aceptadas

Las posiciones que usted cargue con teach-in en un programa pueden modificarse exactamente igual que todos los demás bloques de programa.

Seleccionar corrección de radio

Si desea modificar la corrección de radio:
⇒ Pulse la tecla R +/–.

Ejemplo de programa: Transferir coordenada Z (superficie de pieza) a un programa



Modo de funcionamiento: EDICION DE PROGRAMA

	Desplace la herramienta hasta que haga contacto con la superficie de la pieza.
Z	Seleccione el eje, p.ej. eje Z.
Z	
	Transfiera la posición de la punta de la herramienta al programa.
ENT	Memorice la posición del eje de herramienta (Z).

Gráficos de agujeros en el programa

Los datos de los gráficos de agujeros `CIRCULO DE AGUJEROS` y `TABLAS DE AGUJEROS` pueden introducirse también en un programa. Cada dato está disponible en un bloque independiente del programa.
Estos bloques están identificados por `CYCL` a continuación del número de bloque y un número. `CYCL` es la abreviatura del término inglés "cycle" que traducido sería "ciclo".
En los ciclos se incluyen todos los datos que el TNC necesita para el mecanizado del gráfico de agujeros.

El TNC ejecuta automáticamente un gráfico de agujeros en la posición en que aparece en el programa.

Los ciclos deben ser completos

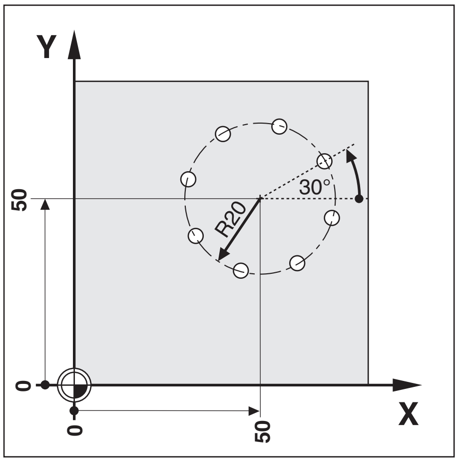
A partir de un ciclo completo no debe borrar ningún bloque ya que, de lo contrario, al ejecutar el programa aparece el mensaje de error `CICLO INCOMPLETO`.

Introducción de ciclos

Para introducir un ciclo, pulse la tecla SPEC FCT y, a continuación, seleccione el ciclo. El TNC pregunta automáticamente todos los datos que necesita para ejecutar el ciclo.

Círculo de agujeros

Ejemplo de programa: Ciclo `CIRCULO COMPLETO`



Número de agujeros `NUM A` :	8
Coordenadas de centro:	`CENT X` = 50 mm `CENT Y` = 50 mm
Radio círculo agujeros `RADIO` :	20 mm
Angulo inicial entre eje X y primer agujero `ANGULO` :	30°
Profundidad taladrado `PROFUNDIDAD`:	– 8 mm

Modo de funcionamiento: EDICION DE PROGRAMA

SPEC FCT	Seleccionar funciones especiales SPEC FCT.
repetitivam. ↓	Avanzar a la función `CIRCULO DE AGUJEROS`.

C I R C U L O D E A G U J E R O S

ENT	Seleccionar función `CIRCULO DE AGUJEROS`.

C I R C U L O C O M P L E T O

ENT	Seleccionar `CIRCULO COMPLETO`.

Círculo de agujeros

N U M A=	
8 ENT	Introducir el número de agujeros NUM A (8). Confirmar el dato introducido.

C E N T X =	
5 0 ENT	Introducir la coordenada X del centro del círculo de agujeros (X = 50 mm). Confirmar el dato introducido.

C E N T Y =	
5 0 ENT	Introducir la coordenada Y del centro del círculo de agujeros (Y = 50 mm). Confirmar el dato introducido.

R A D I O =	
2 0 ENT	Introducir el rado del círculo de agujeros RADIO (20 mm). Confirmar el dato introducido.

A N G U L O =	
3 0 ENT	Introducir el ANGULO del eje X con el primer agujero (30°). Confirmar el dato introducido.

P R O F U N D I D A D =	
– 8 ENT	Introducir la profundidad de taladrado PROFUNDIDAD (– 8 mm). Confirmar el dato introducido.

Bloques de programa

0	BEGIN PGM 40 MM	Comienzo de programa, número de programa y sistema dimensional
1	F 9999	Avance rápido para preposicionamiento
2	Z+20.000	Altura segura
3	M 3	Husillo MARCHA, giro horario
4	**CICLO CIRCULO COMPLETO**	A continuación vienen datos para CIRCULO COMPLETO
5	**NUM A= 8**	Número de agujeros
6	**CENT X= 50.000**	Coordenada X de centro de círculo de agujeros
7	**CENT Y= 50.000**	Coordenada Y de centro de círculo de agujeros
8	**RADIO= 20.000**	Radio
9	**ANGULO= 30.000**	Angulo inicial del primer agujero
10	**PROFUNDIDAD= – 8.000**	Profundidad de taladrado
11	M 2	PARADA ejecución programa, husillo PARO, refrigerante CERRADO
12	END PGM 40 MM	Fin de programa, número de programa y sistema dimensional

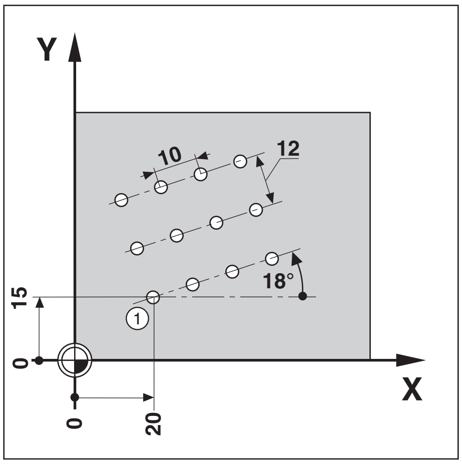
Para un **segmento circular** (CICL SEGMCIRC.) después del ángulo inicial, introduzca **también el paso angular** (PANGUL) entre los agujeros.

El TNC ejecuta el círculo de agujeros en el modo de funcionamiento EJECUCION DE PROGRAMA (véase capítulo 7).

Tabla de agujeros

Ejemplo de programa: Ciclo TABLA DE AGUJEROS

Coordenada X de primer agujero ① :	1er.A X = 20 mm	
Coordenada Y de primer agujero ① :	1er.A Y = 15 mm	
Número de agujeros por fila NUM A :	4	
Separación entre agujeros SEPA A. :	10	mm
Angulo entre fila de agujeros y eje X ANGULO :	18°	
Profundidad de taladrado PROFUNDIDAD :	– 8	mm
Número de filas NUM H :	3	
Separación entre filas SEPA H :	12	mm



Modo de funcionamiento: EDICION DE PROGRAMA

Tecla	Acción
SPEC FCT	Seleccionar funciones especiales SPEC FCT.
¿ C I R C U L O D E A G U J E R O S ?	
↓ ENT	Seleccionar TABLA DE AGUJEROS.
1 er. A X =	
2 0 ENT	Introducir la coordenada X del agujero ① (X = 20 mm). Confirmar el dato introducido.
1 er. A Y =	
1 5 ENT	Introducir la coordenada Y del agujero ① (Y = 15 mm). Confirmar el dato introducido.
N U M A=	
4 ENT	Introducir el número de agujeros por fila NUM A (4). Confirmar el dato introducido.
S E P A A =	
1 0 ENT	Introducir la separación entre agujeros de la fila SEPA. A (10 mm). Confirmar el dato introducido.
A N G U L O =	
1 8 ENT	Introducir el ANGULO entre el eje X y las filas de agujeros (18°). Confirmar el dato introducido.

P R O F U N D I D A D =	
− 8 ENT	Introducir el valor de la profundidad de taladrado PROFUNDIDAD (- 8 mm). Confirmar el dato introducido.
N U M H =	
3 ENT	Introducir el número de filas NUM H (3). Confirmar el dato introducido.
S E P A H =	
1 2 ENT	Introducir la separación entre filas de agujeros SEPA H (12 mm). Confirmar el dato introducido.

Bloques de programa

0	BEGIN PGM 5	Comienzo de programa y número de programa
1	F 9999	Avance rápido para preposicinamiento
2	Z+20.000	Altura segura
3	M 3	Husillo MARCHA, giro horario
4	**CICL HILERAS DE AGUJEROS**	A continuación vienen datos para ciclo TABLAS DE AGUJEROS
5	**1er.A X= 20.000**	Coordenada X de primer agujero
6	**1er.A Y= 15.000**	Coordenada Y de primer agujero
7	**NUM A= 4**	Número de agujeros por fila de agujeros
8	**SEPA A= 10.000**	Separación de agujeros en la fila de agujeros
9	**ANGULO= 18.000**	Angulo entre las filas de agujeros y el eje X
10	**PROFUNDIDAD= -8.000**	Profundidad de taladrado
11	**NUM H= 3**	Número de filas de agujeros
12	**SEPA H= 12.000**	Separación entre filas de agujeros
13	M 2	PARADA ejecución programa, husillo PARO, refrigerante CERRADO
14	END PGM 5	Fin de programa y número de programa

El TNC ejecuta la tabla de agujeros en el modo de funcionamiento EJECUCION DE PROGRAMA (véase el capítulo 7).

Subprogramas y repeticiones de partes de programa

Los subprogramas y las repeticiones de partes de programa se introducen sólo una vez en el programa; sin embargo, pueden ejecutarse hasta 999 veces.
Los subprogramas se ejecutan en cualesquiera posiciones del programa; las repeticiones de partes del programa se ejecutan varias veces consecutivamente de forma directa.

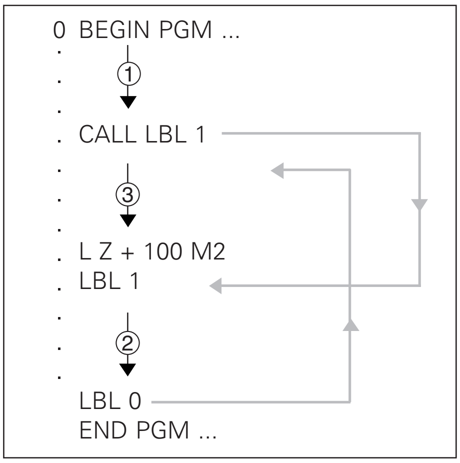


Fig. 8.1: Secuencia de trabajo en un subprograma

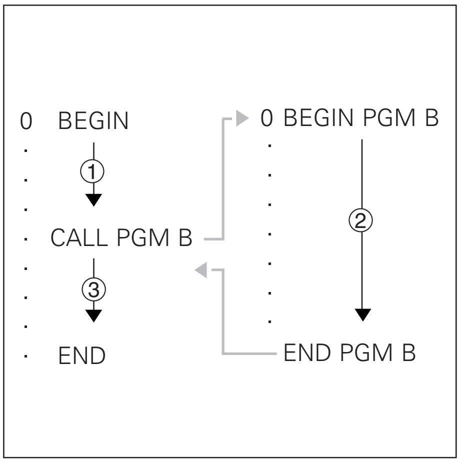


Fig. 8.2: Secuencia de trabajo en una repetición de parte de programa

Definir marcas de programa: label

Identifique los subprogramas y repeticiones de partes de programa con "labels" (label: en ingles "marca, identificación").
En el programa se utiliza la abreviatura `LBL` para "label".

Números de label
Una label junto con un número comprendido entre 1 y 99 identifica el comienzo de un subprograma o de una parte de programa repetitiva.

Número de label 0
La label con número 0 identifica siempre el fin de un subprograma.

Llamada a label
Los subprogramas y partes de programa se llaman con una orden `CALL LBL` (call: en ingles "llamar" "invocar") dentro del programa.
¡La orden **`CALL LBL 0`** **está prohibida**!
Subprograma:
Después de un bloque `CALL LBL` en el programa, lo siguiente que se ejecuta es el subprograma llamado.
Repetición de partes de programa:
El TNC repite la parte de programa que aparece delante del bloque `CALL LBL`. Conjuntamente con la orden `CALL LBL`, introduzca el número de repeticiones.

Bucles de partes de programa

Los subprogramas y repeticiones de partes de programa también pueden formar "bucles múltiples" o imbricaciones.
Por ejemplo, desde un subprograma puede llamarse a otro subprograma.

Número máximo de bucles: 8

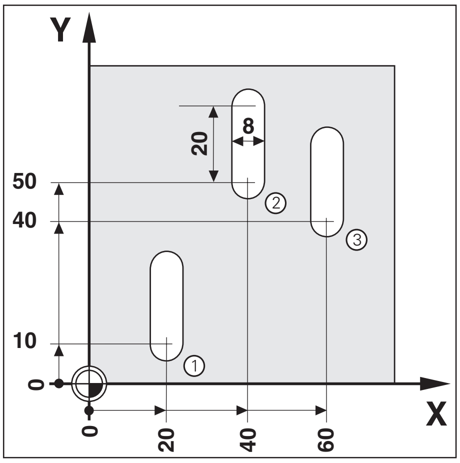
Subprograma

Ejemplo de programa: Subprograma para ranuras

Longitud de una ranura:	20	mm + diámetro de herramienta
Diámetro de una ranura:	– 10	mm
Diámetro de ranura :	8	mm (= diámetro de herramienta)

Coordenadas del punto de insición

Ranura ① :	X = 20 mm	Y = 10 mm
Ranura ② :	X = 40 mm	Y = 50 mm
Ranura ③ :	X = 60 mm	Y = 40 mm



⚠ ¡Para este ejemplo necesita una fresa con diente frontal que corte por el centro (ISO 1641)!

Ejemplo: Definir label para subprograma

Modo de funcionamiento: EDICION DE PROGRAMA

LBL	Seleccionar función LBL.
S E T = E N T / C A L L = L B L	
ENT	Seleccionar la función `SET` (definir label).
L B L ...	
5 ENT	Introducir número de label. Confirmar el dato introducido. Bloque de programa: `LBL 5`

Con la label ahora queda identificado el comienzo de un subprograma (o de una repetición de parte de programa). Introduzca los bloques de programa del subprograma a continuación del bloque `LBL`.

¡Label 0 (`LBL 0`) **siempre** identifica el fin de un subprograma!

Ejemplo: Introducción de llamada a subprograma - `CALL L`

Modo de funcionamiento: EDICION DE PROGRAMA

LBL	Seleccionar función LBL.
S E T = E N T / C A L L = L B L	
LBL	Seleccionar función `CALL` (llamar a label).
C A L L L 0	
5 ENT	Introducir número de label. Confirmar el dato introducido.
C A L L L 5 R	
NO ENT	R (repeats: en inglés "número de repeticiones“) no significa nada para los subprogramas. Con NO ENT salte este dato. Bloque de programa: `CALL L5`

Después de un bloque `CALL L` , en el modo de funcionamiento EJECUCION DE PROGRAMA se ejecutan los bloques de programa que aparecen en el subprograma entre el bloque `LBL` con el número llamado y el siguiente bloque con `LBL 0`.

El subprograma se ejecuta por lo menos una vez aun cuando no exista ningún bloque `CALL L`.

Bloques de programa

0	BEGIN PGM 6		Comienzo de programa y número de programa
1	F 9999		Avance rápido para preposicionamiento
2	Z+20.000		Altura segura
3	X+20.000	R0	Coordenada X punto incisión ranura ①
4	Y+10.000	R0	Coordenada Y punto incisión ranura ①
5	M 3		Husillo MARCHA, giro horario
6	CALL L 1		Llamada a subprograma 1: ejecutar bloques 16 hasta 20
7	X+40.000	R0	Coordenada X punto incisión ranura ②
8	Y+50.000	R0	Coordenada Y punto incisión ranura ②
9	CALL L 1		Llamada a subprograma 1: ejecutar bloques 16 hasta 20
10	X+60.000	R0	Coordenada X punto incisión ranura ③
11	Y+40.000	R0	Coordenada Y punto incisión ranura ③
12	CALL L 1		Llamada a subprograma 1: ejecutar bloques 16 hasta 20
13	Z+20.000		Altura segura
14	M 2		PARADA ejecución programa, husillo PARO, refrigerante CERRADO
15	**LBL 1**		Comienzo de subprograma 1
16	**F 200**		Avance de mecanizado durante el subprograma
17	**Z-10.000**		Incisión a la profundidad de ranura
18	**IY+20.000**	**R0**	Fresar ranura
19	**F 9999**		Avance rápido para retirada y preposicionamiento
20	**Z+2.000**		Retirada
21	**LBL 0**		Fin de subprograma 1
22	END PGM 6		Fin de programa y número de programa

Repetición de partes de programa

Una repetición de parte de programa se introduce de manera semejante a un subprograma. El fin de la parte de programa está identificada por la orden de repetición.

Por lo tanto, no se define una label 0.

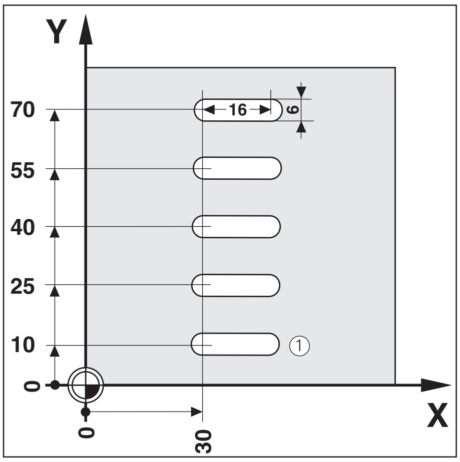
Indicación del bloque `CALL LBL` en una repetición de parte de programa

En la indicación aparece, p.ej., `CALL L 1  R10 / 10` .

Los dos números con la barra divisoria indican que se trata de una repetición de parte de programa.
El número **antes** de la barra divisoria es el valor introducido como número de repeticiones.
El número **después de** la barra divisoria, en la ejecución, indica el número de repeticiones todavía pendientes de ejecutar.

Ejemplo de programa: Repetición de parte de programa de ranuras

Longitud de una ranura: 16 mm + diámetro de herramienta
Profundidad de una ranura: – 12 mm
Decalaje incremental del punto de incisión: 15 mm
Diámetro de ranura: 6 mm (= diámetro de herramienta)
Coordenadas del punto de incisión
Ranura ① : X = 30 mm Y = 10 mm



⚠ ¡Para este ejemplo necesita una fresa con diente frontal que corte por el centro (ISO 1641)!

Ejemplo: Definir label para repetición de parte de programa

Modo de funcionamiento: EDICION DE PROGRAMA

LBL	Seleccionar función LBL.
S E T = E N T / C A L L = L B L	
ENT	Seleccionar función `SET` (definir label).
L B L ...	
5 ENT	Introducir número de label. Confirmar el dato introducido. Bloque de programa: `LBL 5`

Los bloques de programa para repetición de parte de programa se introducien a continuación del bloque `LBL`.

Ejemplo: Introducción de repetición de parte de programa - `CALL L`

LBL	Seleccionar función LBL.
S E T = E N T / C A L L = L B L	
LBL	Seleccionar función `CALL` (llamada a label).
C A L L L 0	
5 ENT	Introducir número de label. Confirmar el dato introducido.
C A L L L 5 R	
4 ENT	Introducir el número de repeticiones R (repeats: en inglés "repeticiones"), p.ej. 4. Confirmar el dato introducido. Bloque de programa: `CALL L 5 R4 / 4`

Después de un bloque `CALL L,` el TNC repite en el modo EJECUCION DE PROGRAMA los bloques de programa que aparecen **a continuación** del bloque `LBL` con el número llamado y **antes** del bloque `CALL L`.
La parte de programa se ejecuta siempre una vez más que el número de repeticiones programado

Bloques de programa

0	BEGIN PGM 7	Comienzo de programa y número de programa
1	F 9999	Avance rápido para preposicionamiento
2	Z+20.000	Altura segura
5	M 3	Husillo MARCHA, giro horario
6	X+30.000 R0	Coordenada X punto incisión ranura ①
7	Y+10.000 R0	Coordenada Y punto incisión ranura ①
8	**LBL 1**	Comienzo de parte de programa 1
9	**F 150**	Avance mecanizado durante repetición de parte de programa
10	**Z-12.000**	Incisión
11	**IX+16.000 R0**	Fresado de ranura
12	**F 9999**	Avance rápido para retirada y posicionamiento
13	**Z+2.000**	Retirada
14	**IX-16.000 R0**	Posicionamiento en X
15	**IY+15.000 R0**	Posicionamiento en Y
16	**CALL L1 R4 / 4**	Repetir cuatro veces la parte de programa 1
17	Z+20.000	Altura segura
18	M 2	PARADA ejecución de programa, husillo PARO, refrigerante CERRADO
19	END PGM 7	Fin de programa y número de programa

NOTAS

6
Transmisión de programas a través de la interfaz de datos

Con la interfaz de datos V.24/RS-232-C del TNC 122 puede utilizar por ejemplo la unidad de disquetes FE 401 o un PC como memoria externa.
Los programas pueden archivarse en disquetes y, si es preciso, cargarse de nuevo en el TNC.

> Distribución de patillas, cableado y opciones de conexión: véase el manual técnico del TNC 122.

Transmisión de programas al TNC

Modo de funcionamiento: EDICION DE PROGRAMAS

PGM	Seleccionar gestión de programas.
repetitivam. ↓	En la transmisión desde FE 401 o PC: seleccionar `INTRODUCCION PGM` **`FE`** . En la transmisión desde ME: seleccionar `INTRODUCCION PGM` **`EXT`**.
I N T R O D U C C I O N P G M F E	
ENT	P.ej.: Seleccionar transmisión desde la unidad FE 401 al TNC.
N° P R O G R A M A =	
1 2	Introducir el número de programa, p.ej. Nº 12.
ENT	Transferir el programa al TNC.

Salida de programa del TNC

Ejemplo: Transferir un programa desde el TNC a la FE 401

El TNC transfiere automáticamente el programa que ha elegido por última vez para editar.

Modo de funcionamiento: EDICION DE PROGRAMA

PGM	Seleccionar la gestión de programas.
repetitivam. ↓	En la transmisión a la FE 401 o PC: seleccionar `SALIDA PGM` **`FE`**. En la transmisión a la ME: seleccionar `SALIDA PGM` **`EXT`**.
S A L I D A P G M F E	
ENT	P.eje.: Seleccionar transmisión a unidad FE 401. El TNC transfiere el programa inmediatamente a la memoria externa.

¡PRECAUCION!

¡Si en la memoria externa de datos ya existe un programa con idéntico número, se sobreescribe sin preaviso!

7
Ejecución de programas

En el TNC existen dos maneras de ejecutar programas:

EJECUCION DE PROGRAMA PASO A PASO
Con la tecla NC-Start usted arranca uno por uno los pasos del programa. PASO A PASO se recomienda cuando ejecute un programa por primera vez.

EJECUCION CONTINUA DE PROGRAMA
El TNC ejecuta los bloques de programa automáticamente uno tras otro hasta que es interrumpido o hasta que se haya ejecutado por completo el programa.
Utilice EJECUCION CONTINUA DE PROGRAMA si desea ejecutar con agilidad un programa sin errores.

Preposicionar herramienta

Antes de la ejecución del programa, preposicione la herramienta de manera que al efectuar el desplazamiento al primer punto de contorno, no resulte dañada ni la herramienta ni la pieza.

La posición previa óptima está situada fuera del contorno preprogramado en la prolongación de la trayectoria de herramienta al efectuar el desplazamiento al primer punto de contorno.

Orden al efectuar el desplazamiento a la posición previa para operaciones de fresado

⇒ Sustituya la herramienta en la posición de altura segura.
⇒ Preposicione la herramienta en X e Y (eje de herramienta Z).
⇒ Desplace la herramienta a la profundidad de trabajo.

Preparación

⇒ Sujete la pieza en la mesa de máquina.
⇒ Defina el punto de referencia de pieza.
⇒ Elija el programa que desee ejecutar.

Modificación de avance F durante la ejecución de programa

En algunas máquinas, con un potenciómetro puede modificar en continuo el avance.

Salto de bloques de programa

Si no desea comenzar la ejecución de un programa hasta un determinado bloque de programa:

⇒ Introduzca el número de bloque.
⇒ Arranque el programa como se describe en este capítulo.

Sinopsis de funciones

Función	Tecla
Detener los desplazamientos de la máquina; interrumpir la ejecución del programa	0
Introducir los datos de herramienta	TOOL DEF

Modo bloque a bloque

Modo de funcionamiento: EJECUCION DE PROGRAMA BLOQUE A BLOQUE

Para cada bloque: I	Para cada bloque de programa: posicionar.

Llamar con la tecla NC-Start a los bloques de programa hasta que se termine el mecanizado.

Ejecución continua

Modo de funcionamiento: EJECUCION CONTINUA DEL PROGRAMA

I	Posicionamiento. Durante la ejecución se enciende la lámpara indicadora de ejecución de programa.

Cuando se ha alcanzado la posición programada, el TNC ejecuta automáticamente el siguiente bloque de programa.

Interrupción de ejecución de programa

Detener la ejecución del programa, pero **no anularla**:

⇒ Pulse la tecla NC-Stop.
La lámpara indicadora de ejecución de programa destella.

Continuación después de la parada:

⇒ Pulse la tecla NC-Start.
La lámpara indicadora de ejecución de programa se ilumina.

Parada de ejecución de programa y **anulación**:

⇒ Pulse la tecla NC-Stop.
La lámpara indicadora de ejecución de programa destella.

⇒ Pulse la tecla STOP.
La lámpara indicadora de ejecución de programa se apaga.

Rearrancar la ejecución de programa después de PARADA

Si el TNC en un programa de mecanizado alcanza un bloque `STOP`, el TNC interrumpe la ejecución del programa. La lámpara indicadora de ejecución de programa se apaga.

Rearrancar la ejecución del programa:

⇒ Pulse la tecla NC-Start.

8
Parámetros de usuario

Con los **parámetros de usuario** usted define el modo de trabajo del TNC en las distintas situaciones operativas.
Al trabajar con el TNC puede modificar parámetros de usuario sin tener que introducir un código numérico.

Selección de parámetros de usuario

Modo de funcionamiento: cualquiera

MOD	Seleccionar el parámetro de usuario MOD.
COD. NUM. =	
↓	Avance hasta `EDIT PAR. USUA.`
EDIT PAR. USUA.	
ENT	Llamada a la lista de parámetros de usuario.

Modificación de parámetros de usuario

⇒ Elija el parámetro de usuario con las teclas verticales de flecha.
⇒ Introduzca el nuevo **valor** de parámetro de usuario.
⇒ Confirme el dato introducido con ENT.

Abandonar parámetros de usuario

⇒ Abandone los parámetros de usuario con la tecla DEL □ .
Las modificaciones se activan **inmediatamente**.

Parámetros de usuario en el TNC 122

Parámetros cuya función es definida por el fabricante de la máquina

La función de los siguientes parámetros es definida por el fabricante de la máquina:

- MP4310.0
- MP4310.1

Orden al recorrer las marcas de referencia	
MP1340.0: 1er. eje	Eje X: ***1***
MP1340.1: 2º eje	Eje Y: ***2***
MP1340.2: 3er. eje	Eje Z: ***3***
	No procesar marca de referencia: ***0***

Preparación de puesto de preparación	
MP7210	TNC con máquina: ***0*** TNC como puesto de programación con PLC activo: ***1*** TNC como puesto de programación con PLC no activo: ***2***

Definir idioma	
MP7230	Alemán: ***0*** Inglés: ***1*** Francés: ***2*** Italiano: ***3*** Español: ***4***

Indicación de posición en el eje de herramienta	
MP7285	Indicación de posición del punto de referencia de herramienta: ***0*** Indicar la posición de la punta de herramienta: ***1***

Seleccionar la indicación de posición	
MP7322	Posición real: ***0*** Error de arrastre: ***1*** Posición de referencia: ***2***

Validar desplazamiento continuo con las teclas de dirección	
MP7680	Desplazamiento continuo bloqueado: ***0*** Desplazamiento continuo validado: ***1***

9
Tablas y sinópticos

Este capítulo contiene información a la que accederá con frecuencia en su trabajo diario con el TNC:

- Tabla sinóptica de funciones auxiliares (funciones M) con efecto definido
- Tabla sinóptica de funciones auxiliares libres
- Tabla sinóptica de mensajes frecuentemente visualizados y su significado
- Información técnica
- Accesorios: unidad de disquetes FE 401

Funciones auxiliares (funciones M)

Funciones auxiliares con efecto definido

Para funciones auxiliares, el TNC controla concretamente:

- refrigerante (ABIERTO/CERRADO)
- giro de husillo (MARCHA/PARO/sentido de giro)
- ejecución de programa
- cambio de herramienta

El fabricante de la máquina define qué funciones auxiliares M puede utilizar en el TNC y qué operación realizan.

M-Nº	Función auxiliar estándar
M00	PARADA ejecución programa, husillo PARO, refrigerante CERRADO
M02	PARADA ejecución de programa, husillo PARO, refrigerante CERRADO, retorno a bloque 1
M03	Husillo MARCHA, giro en sentido horario
M04	Husillo MARCHA, giro en sentido antihorario
M05	Husillo PARO
M06	Cambio de herramienta, PARADA ejecución programa, husillo PARO
M08	Refrigerante ABIERTO
M09	Refrigerante CERRADO
M13	Husillo MARCHA, giro en sentido horario, refrigerante ABIERTO
M14	Husillo MARCHA, giro en sentido antihorario, refrigerante ABIERTO
M30	PARADA ejecución de programa, husillo PARO, refrigerante CERRADO, retorno a bloque 1

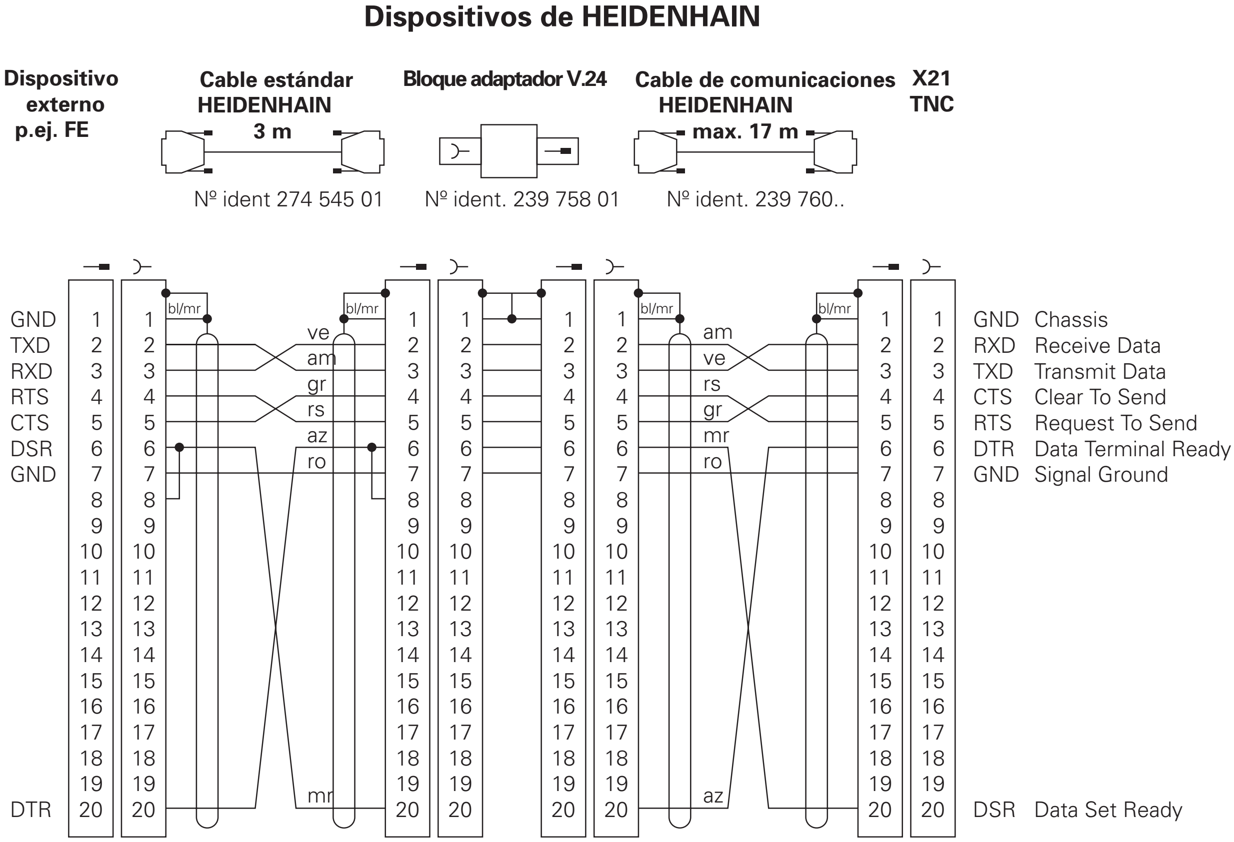
Funciones auxiliares libres

El fabricante de la máquina le informará sobre las funciones originalmente libres a las cuales ha asignado una función.

M-Número	Función auxiliar libre
M01	
M07	
M10	
M11	
M12	
M15	
M16	
M17	
M18	
M19	
M20	
M21	
M22	
M23	
M24	
M25	
M26	
M27	
M28	
M29	
M31	
M32	
M33	
M34	
M35	
M36	
M37	
M38	
M39	
M40	
M41	
M42	
M43	
M44	
M45	
M46	
M47	
M48	
M49	

M-Número	Función auxiliar libre
M50	
M51	
M52	
M53	
M54	
M55	
M56	
M57	
M58	
M59	
M60	
M61	
M62	
M63	
M64	
M65	
M66	
M67	
M68	
M69	
M70	
M71	
M72	
M73	
M74	
M75	
M76	
M77	
M78	
M79	
M80	
M81	
M82	
M83	
M84	
M85	
M86	
M87	
M88	
M89	

Distribución de bornes de conector y cable de conexión



> Las distribuciones de patillas de conectores en la unidad lógica del TNC (X 21) y en el bloque adaptador son distintas.
> La interfaz X21 cumple el "aislamiento seguro de la red" según VDE 0160, 5.88.

Acoplamiento de equipos de otros fabricantes

La distribución de patillas de los conectores de un equipo de otro fabricante puede ser muy distinta de la distribución de patillas de un dispositivo de HEIDENHAIN.
Tal distribución depende del dispositivo y del modo de transmisión.

Mensajes del TNC

El TNC crea automáticamente los mensajes. Están disponibles entre otros casos cuando

- se introducen datos incorrectos
- existen errores lógicos en el programa

A continuación se muestran los mensajes más frecuentemente visualizados.

Borrarmensaje:

⇒ pulse la tecla CL.

0 NO PERMITIDO

No programar CALL L0

VALOR INTRODUCIDO INCORRECTO

- Introducir correctamente el número de LBL
- Respetar el intervalo de valores permitidos

EXT. NO PREPARADO

Establecer comunicación dispositivo externo

NUMERO LBL YA UTILIZADO

Asignar números de label sólo una vez

LBL NO EXISTENTE

Definir label antes de la llamada

BLOQUE NO ACTUAL

Arrancar la ejecución del programa en el bloque BEGIN

CICLO INCOMPLETO

Introducir los ciclos con todos los datos por el orden correcto

EJE PROGRAMADO INCORRECTO

No programar ejes bloqueados

FALTA NUMERO LABEL

Llamar sólo a número label definido

BUCLES MULTIPLES

Programar un máximo de ocho bucles múltiples con partes de programas y subprogramas

DESBORDAMIENTO MEM. PGM

Tener en cuenta la capacidad máxima de la memoria

Información técnica

Datos de TNC	
Descripción resumida	Control compacto, mecánica y eléctricamente compatible con control lineal TNC 121; control lineal con regulación analógica de velocidad para máquinas con hasta 3 ejes con accionamiento central
Capacidad de memoria de programas	20 programas de mecanizado 500 bloques de programa 500 bloques de programa por programa como máximo
Valores de coordenadas	Coordenadas cartesianas paralelas a los ejes; absolutas o incrementales
Sistema dimensional	Milímetros
Incremento de indicación	En función del sistema de medición y de los parámetros de la máquina, p.ej. 0,005 mm con un paso de 20 µm
Margen de valores	0,005 mm hasta 9 999,999 mm
Límite de recorrido	+/– 10 000 mm
Avance máximo	Mecanizado: 10 000 mm/min Avance rápido: 30 000 mm/min
Interfaz datos	V.24/RS-232-C
Velocidad transferencia **datos**	Configuración FE: 9 600 baudios Configuración EXT: 2 400 baudios
Programación de partes de programa	Subprograma; repetición de parte de programa
Ciclos de mecanizado	Círculo de agujeros, tabla de agujeros
Temperatura ambiente	En funcionamiento: 0° C hasta 45° C Almacenaje: –30° C hasta 70° C
Peso	aprox. 3 kg
Potencia absorbida	aprox. 19 W

Accesorios

Unidad de disquetes FE 401	
Ejecución	aparato portátil
Interfaces de datos	2 x V.24/RS-232-C
Velocidad transferencia datos	Configuración TNC: 2 400 baudios hasta 38 400 baudios Configuración PRT: 110 baudios hasta 9 600 baudios
Disqueteras	2 disqueteras, una para copiar
Tipo disquete	3,5'', DS, DD, 135 TPI
Capacidad memoria	795 kByte (aprox. 25 000 bloques de programa), 256 archivos

Esquema de programa
Fresado de un contorno exterior

Modo de funcionamiento: EDICION DE PROGRAMA

Paso de programación			
1	**Abrir o seleccionar programa**		
	Datos:	Número de programa Unidad dimensional en programa	
2	**Llamada a datos de herramienta**		
	Datos:	Número de herramienta Eje de husillo	
3	**Cambio de herramienta**		
	Datos: por separado:	Coordenadas de la posición de cambio Corrección de radio Avance (avance rápido) y función auxiliar (cambio de herramienta)	
4	**Desplazamiento a posición inicial**		
	Datos: por separado:	Coordenadas de la posición inicial Corrección de radio (R0) Avance (avance rápido) y función auxiliar (husillo MARCHA, giro horario)	
5	**Desplazar herramienta a (primera) profundidad de trabajo**		
	Datos:	Coordenadas de la (primera) profundidad de trabajo Avance (avance rápido)	
6	**Desplazamiento a primer punto de contorno**		
	Datos: por separado:	Coordenadas del primer punto de contorno Corrección de radio para mecanizado Avance de mecanizado	
7	**Mecanizado hasta el último punto de contorno**		
	Datos:	Introducir todas las magnitudes necesarias para cada elemento de contorno	
8	**Desplazamiento a posición final**		
	Datos: por separado:	Coordenadas de posición final Corrección de radio (R0) Función auxiliar (husillo PARO)	
9	**Retirada de herramienta**		
	Datos: por separado:	Coordenadas por encima de la pieza Avance (avance rápido) y función auxiliar (fin de programa)	
10	**Fin de programa**		